

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

着色帯電粒子を絶縁性液体に分散させた粒子分散液を隔壁で仕切られた複数の分割セルに注入してなる電気泳動表示装置の製造方法において、前記隔壁の開口部に対して少なくとも 1 箇所以上の供給部から前記粒子分散液を液滴の状態で付与する工程と、少なくとも 1 箇所以上の検出部から前記液滴の付与状態を検出する工程と、付与状態に関して得られた情報に基づいて、液滴の除去及び／または付与を行なう工程を有することを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 2】

前記の付与状態に関して得られる情報が、液の有無、付与された液の量、液が付与された位置、付与された粒子量のうち少なくとも一つ以上である請求項 1 記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 3】

前記の付与状態に関して得られる情報が、液量及び／または粒子量が過剰である場合、付与された液滴の少なくとも一部の除去を行なう請求項 1 記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 4】

前記の付与状態に関して得られる情報が、液量及び／または粒子量が不十分である場合、再度液滴付与を行なう請求項 1 記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 5】

調整される吐出パラメータに液滴の吐出回数及び吐出位置のうち少なくとも一方が含まれる請求項 1 記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 6】

前記の再度液滴付与を行なう際、液滴の調整パラメータを変化させることを特徴とする請求項 1 記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 7】

前記液滴の付与状態を検出する工程において、該液滴付与位置へ照射した光の反射量及び透過光のうちのいずれかの検知によって行い、その検知結果に測色演算を施すことを特徴とする請求項 1 記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 1～7 で製造したことを特徴とする電気泳動表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、各種情報を伝達するための媒体として用いられる電気泳動表示装置と、その製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年情報機器の発達に伴って電気泳動表示装置の分野で

は活発な開発がなされている。

【0003】

また開発に伴い、その製造方法に関する技術も開発されている。例えば、特開 2001-34672 や特開 2001-235771 (エプソン) に記載されているように、電気泳動粒子を含有する粒子分散液を隔壁で仕切られたセルにインクジェットを用いて注入する製造方法及び製造装置が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、インクジェットを用いた製造装置では吐出量を精度良く調節できるという利点を持ちながら、一方で粒子分散液では液タンクや配管中で粒子が沈降したり、滞留したりして、実際の粒子吐出量が一定しないという問題を同時に抱えていた。

【0005】

本発明ではセルへ注入される液量および／または粒子量の制御精度を向上することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、液を吐出させるためのノズルに対して、セルに付与された液滴の付与状態を検出するための光学装置をつけることでセルに注入された液量及び／または粒子量（以後液／粒子量と記載）が不良である場合にリペアすることで前記問題の改善をはかるものである。

【0007】

すなわち、着色帯電粒子を絶縁性液体に分散させた粒子分散液を隔壁で仕切られた複数の分割セルに注入してなる電気泳動表示装置、の製造方法において、前記隔壁の開口部に対して少なくとも 1 箇所以上の供給部から前記粒子分散液を液滴の状態で付与する工程と、少なくとも 1 箇所以上の検出部から前記液滴の付与状態を検出する工程と、付与状態に関して得られた情報に基づいて、液滴の除去及び／または付与を行なう工程を有することを特徴とする。

【0008】

すなわち、前記の付与状態に関して得られる情報が、液の有無、付与された液の量、液が付与された位置、付与された粒子量のうち少なくとも一つ以上であることを特徴とする製造方法である。また、前記液滴付与情報として、液量及び／または粒子量が過剰であるという情報が得られた場合、付与された液滴の少なくとも一部の除去を行なうことを特徴とする製造方法である。また、前記の付与状態に関して得られる情報が、液量及び／または粒子量が不十分であるという情報が得られた場合、再度液滴付与を行なうことを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法である。

【0009】

また、調整される吐出パラメータに液滴の吐出回数及び

吐出位置のうち少なくとも一方が含まれる製造方法である。

【0010】

また、前記の再度液滴付与を行なう際、液滴の調整パラメータを変化させることを特徴とする。

【0011】

また、前記液滴の付与状態の検出は、該液滴付与位置へ照射した光の反射量及び透過光のうちのいずれかの検知によって行い、その検知結果に測色演算を施すことを特徴とする。

【0012】

また、以上の製造方法で製造した電気泳動表示装置であることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の態様を詳細に説明する。

【0014】

この発明では、前記液滴の吐出装置としては、吐出方式が圧電素子を用いた方式であっても、熱エネルギーによって液内に気泡を形成させて吐出する方式であってもよい。

【0015】

前記分散液を液滴として吐出させるための吐出ノズル 14 に、セルに付与された液滴の状態を検出する光学濃度検出装置 20 をつけ、セルに付与された液量と粒子量をモニタし、液／粒子量が不良である場合にリペアすることを特徴とする。

【0016】

該液滴の付与状態の検出、リペアのタイミングとしては少なくとも 2 種類考えられる。すなわち、各開口部ごとに該液滴付与と検出、リペアを行なう場合と、または複数の開口部に液／粒子を付与した後各開口部ごとに該液滴付与と検出、リペアを行なう場合である。例えば、図 1 (a) のフローチャートに示すような順序で該液滴の付与を一区画ごとに行なっていくことも、図 1

(b) のフローチャートに示すような順序で該液滴の付与を複数の区画に付与した後不良な部分のみをリペアするという方法もとることができる。図 1 のフローチャートについては後に詳述する。

【0017】

また、本発明において液の有無、付与された液の量、付与された粒子量に関して得られた光学検知情報に測色演算処理を施すことが好ましい。外測色演算処理を行い、液及び／または粒子量以外の光学データが測定されているような誤測定結果を除去することで測定値のばらつきが減少し、粒子量の定量精度と効率がさらに向上し、結果として注入される粒子量を均一にすることができる。測色演算については後に詳述する。

【0018】

本発明の電気泳動表示用粒子分散液を用いた電気泳動表

示装置は、少なくとも 2 つの電極と、2 つの電極間に電圧を印加することによって電気泳動表示用分散液中の帯電泳動粒子を移動させる手段とを備えた表示装置であるならば、特に限定はされない。

【0019】

本発明においては、まずあらかじめ形成された図 2

(a) に示すような隔壁で仕切られた複数の分割セルを有する隔壁つき基板 8 上に、該隔壁の開口部 13 に対して着色帯電粒子 10 を含有する粒子分散液の液滴を液滴付与装置（インクジェット記録装置）より吐出させることで付与し、その液滴付与状態を検出し、その検出情報に基づいて液／粒子量が不良である場合にリペアを行なう。

【0020】

液滴付与装置の具体例としては、任意の液滴を形成できる装置であれば特に限定されないが、1 ng から数 g 程度の範囲で制御が可能であって、好ましくは 1 ng 程度から数 mg 程度、さらに好ましくは 1 ng から数十 ng 程度の微量の液滴が容易に形成できるインクジェット方式の装置を用いることが好ましい。

【0021】

ここで液滴を形成するインクジェット方式としては、圧電素子等を用いた方式や熱エネルギーによって液体内に気泡を形成させてその液体を液滴として吐出させるバブルジェット（登録商標）方式等が挙げられる。

【0022】

液滴の状態を検出する手段に特に制限はないが、代表的には光学的方法による検出が好適に用いられる。発光手段例としては発光ダイオード、赤外線レーザー等がある。また、受光手段は、発光手段に合わせて信号を受けることができるものであればよい。さらに、これらの発光手段及び受光手段は、絶縁性基体（基板）を透過、反射する信号を発生または受信する構成のものであればよい。

【0023】

図 3 (a)、(b)、(c) は本発明で使用可能な電気泳動表示装置の製造装置の各種実施態様を示す概略構成図であり、図 1 (a)、(b)、(c) は実施態様の工程を示すフローチャートである。図 4 には隔壁によって仕切られた隔壁つき基板の上面図の例を示す。

【0024】

図 3 (a)、(b)、(c) において、8 は隔壁によって仕切られた隔壁つき基板を示し、14 は液滴付与装置の吐出ノズル、19 は液滴除去手段を示し、20 は 15 の発光手段と 16 の受光手段を備えた光学濃度検出装置を示す。17 は変位制御系を、18 はステージ部を示し、22 のコントローラの指示によって少なくとも x、y の二軸の変位を制御する。

【0025】

本例で検出する液滴の付与状態とは、隔壁つき基板 8 に

吐出された液量とその液滴の位置、吐出された液滴または含まれる粒子の過不足、液滴の有無等に関する情報である。これらの情報に基づいて、吐出装置の制御パラメーターとなる吐出回数や吐出位置、さらにインクジェット吐出装置に与える吐出用信号の制御を行う。

【0026】

さらに、上記光学濃度検出を行う手段としては、インクジェット法によってノズルから吐出された液滴が、隣り合う開口部における液滴の有無及びその量を検出する液滴付与情報検出手段と液滴が着弾した位置を検出する着弾位置検出手段を備えることが好ましい。

【0027】

その場合、着弾位置検出手段としては、吐出前に開口部または専用に設けたアライメントマークを光学的に検出するか、吐出後液滴による透過率の変調を光学的に検知することによって着弾後の液滴の位置を検出するものである。この液滴の位置検出は、開口部および開口部近傍の領域で複数ポイントにおける反射率を検出し、その相関をとることによって行う。もしくはステージ部または変位制御系の x、y 制御方向への稼動量から簡易的に行われる。

【0028】

さらに、本発明の製造装置では、位置検出専用の光学系を設ける必要がないように、前述の液滴情報検出と着弾位置検出とは同一の光学検出系によって行われるようにすることが好ましい。さらに望ましくは、液滴情報検出と位置検出とを同一の光学系によって連続的または同時に行う。

【0029】

図 1 (a)、(b)、(c) は実施態様の工程を示すフローチャートである。本発明では、図 1 (a) のフローチャートに示したように、本発明の製造方法では、電極と隔壁を有する基板を形成（基板形成工程 111）したあと、液滴を付与する所望の隔壁で仕切られた開口部の位置にインクジェット吐出装置のヘッドを移動させ（位置合わせ工程 112）、開口部に液滴を付与（液滴付与工程 113）し、発光手段と受光手段により開口部に対して反射または透過する光を検出することで液滴付与状態を検出し（液滴検出工程 114）、液滴付与状態が所望の状態であり、かつ全区画に対して検出が終了していれば次の封止工程 116 に進む。液滴付与、液滴検出用の位置合わせは吐出ノズルと発光・受光手段の配置により、省略することができる。該配置の工夫例については図 8 を用いて後に説明する。

【0030】

液滴検出 114 の結果、ある区画における液滴付与状態は所望の状態であるが、全区画の検出が終了していなければ、他の区画に対して位置合わせ工程 112 以降を行なう。

【0031】

液滴検出 114 の結果、ある区画で、液滴付与状態が所望の状態でない場合は、少なくとも 2 種類考えられる。すなわち一つは液／粒子量が不足している状態であり、もう一つは液／粒子量が過剰である状態である。これを所望の状態にするまで繰り返される工程を、本発明中においてリペア工程 115 とし、図 1 (c) に示す。すなわち、液滴検出工程 118 結果が所望の状態になるまで、再度液滴付与（液滴再付与 119）を行なう工程と液滴検出工程 118 を繰り返すか、あるいは液滴の除去（液滴除去 120）を行なった後、液滴検出工程 118 と再度液滴付与（液滴再付与 119）工程を繰り返す工程である。

【0032】

また、本発明では、図 1 (b) のフローチャートに示すように、電極と隔壁を有する基板を形成（基板形成工程 111）し、全区画にわたって簡易的な液滴付与（全区画液滴付与 117）を行なった後、各区画に対して液滴検出 114 を行い、検出結果が適正範囲内となるまで図 1 (c) に示すようなリペア工程 115 を行なうこともできる。全区画において検出結果が適性範囲内となるまで位置合わせ工程 112 以降を繰り返した後、次の封止工程 116 に進む。

【0033】

また、インクジェット吐出装置とステージの移動／搬送においては、ステージのみ、もしくはインクジェット吐出装置のみ、もしくはその両方など、どのような組み合わせで、x、y の移動・搬送を行ってもよい。

【0034】

また、液滴付与を行なう工程では、インクジェット吐出装置またはステージは、移動、搬送、または停止のどの状態であっても構わないが、移動、搬送の状態で液滴を付与する場合、液滴の着弾位置がずれない程度の移動、搬送が好ましい。ただし、図 1 (b) の全区画液滴付与工程 117 においてはその限りではない。

【0035】

本発明の製造装置における光学的な検出手段には、さまざまなバリエーションがあり得る。図 4 にはそのうち、検出光学系の焦点において光学系の光軸と吐出ノズルの吐出方向軸とが交わるように双方の相対位置が配置されるタイプを示す。このタイプでは、吐出ノズル 14、発光手段 15、受光手段 16 を備えた検出光学系、素子基板 7（絶縁性基体）の相対位置を固定したままで溶液の吐出および付与された液滴に関する情報の検出を交互に連続的に繰り返すことが可能である。図 4 (a) は吐出系と検出系が一体化可能である垂直反射型、図 4 (b) は吐出系と検出系がノズルを挟んで配置される斜方反射型である。この垂直透過型は素子基板が検出用の信号を透過できる構成をとる場合において使用可能となる。図 4 (a) は特に吐出ノズルの形状に、図 4 (b) は吐出ノズル 14 と発光及び受光手段 15、16 の配置に工夫

が施されている例を示す。この形状と配置の工夫により、液滴量検出の後ヘッド部を移動させることなく、液滴を付与することができ、位置合わせの省略化ができる。

【0036】

図5は検出光学系の光軸と吐出軸方向軸とが交点を持たないタイプであり、中でも反射型のものである。このタイプで液滴の吐出、情報検出を繰り返す場合、図5

(a)、(b)に示すように変位制御機構17を矢印の方向に駆動し、それぞれの軸がギャップ中央の位置に合うように交互に移動する必要がある。該移動する方法は、図5(a)、(b)に示すように吐出部と検出光学系を有するヘッド部を移動する場合と、図示はしないが該ヘッド部を固定し、基板を固定してあるステージ部を移動する場合を状況に応じて選択できる。

【0037】

吐出条件の制御方法としては、液滴情報の検出信号差分成分を補正信号として、検出値が最適値に保持されるように駆動パルス高、パルス幅、パルスタイミング、パルス数等のパラメータのうち少なくとも1つを実時間で帰還制御する方法や、検出値の最適値からのずれ量に応じてあらかじめ決められたアルゴリズムに従ってパラメータのうちの少なくとも1つを補正する方法等がある。

【0038】

また、本発明の方法および装置においては、情報検出のためのダミー液滴を素子基板以外の箇所に予備吐出し、その検出結果に基づいて吐出条件を適正なものに調整してから素子基板への吐出を行うという形態をとってもよい。

【0039】

吐出ノズル14から吐出する液滴は、例えば絶縁性液体11付与用と、着色帯電粒子10付与用に粒子濃度の高い液、と粒子濃度の低い液というように、着色帯電粒子濃度を複数に分けてもよい。

【0040】

本発明の製造装置において、複数の着色帯電粒子濃度を所有する吐出ノズル14をもつ構成をとった場合、リベア工程115において液滴再付与を行なう場合、適宜吐出ノズル14を選択し、粒子量、液量の調節を行なってもよい。

【0041】

本発明における液滴除去手段としては、吸引手段を使用することができる。該液滴除去手段は本発明の範囲内において公知的手段を使用することができる。

【0042】

具体的には、液滴を隔壁で仕切られた開口部から吸引する機能を有する、液滴除去用吸引ノズルを備えたものなどがある。図7に吸引ノズルの一例を示す。吸引ノズル24は先細となる略円錐形を有しており、開口部よりも小さい外径である先端部26に吸引口が形成されてい

る。また、吸引手段は例えば真空ポンプなどの吸引ポンプにより構成されている。液滴除去用吸引ノズルは専用の位置制御機構を設ける必要がないように、吐出ノズルの近傍に配置するのが望ましい。例えば、吐出ノズルがマルチアレイ配列である場合、アレイ内に除去専用ノズル(吸引ノズル)を周期的に設けるようにしてもよい。吐出による液滴の付与のみでなく除去もできる手段を備えることによって、液滴量のより厳密な制御が実現される。

【0043】

また、本発明におけるリベア工程115中では液滴の除去手段を用いて、付与された液滴の少なくとも一部を除去することができる。リベア工程中の液滴除去例を図6に示す。液/粒子量が所望の量よりも多い場合(図6

(a))、液滴除去手段のうち例えば液滴除去ノズル23を変位制御系17によってx、y軸を所望の位置に合わせ(図6(b))た後、変位制御系17でヘッド部21のz軸を所望の位置に合わせ液滴の一部を除去(図6(c))して所望の量に調節することができる。リベア工程115中の液滴除去量は一部に限らず、全量除去してもよい。

【0044】

また、(図6(c))ではヘッド部21ごとz軸方向に昇降させた例を図示したが、図7に示したように、液滴ノズル23にz軸昇降用変位制御系25が具備されているものであれば、液滴ノズル23のみを昇降させてもよい。

【0045】

また、本発明では、吐出された液滴中の粒子量に関する情報を検出することで、粒子分散液保存タンク中の粒子分散状態に関する情報を得て、分散状態を良好に保つようフィードバックをかけてもよい。例えば、液滴付与工程113において、制御した付与量と実際に吐出された量とのずれから、付与された液滴中の粒子量が多いことがわかったとする。このとき、原因として粒子分散液保存タンク中での粒子の沈降や液の蒸発が考えられる。そこで、攪拌等による粒子分散液12の再分散を行った後、まだ吐出された粒子分散液12中の粒子量が多いようであれば液の蒸発を考えそれにみあった量の絶縁性液体11をタンクに加えることができる。このようにしてタンク中の着色帯電粒子10の分散状態や吐出液中の粒子濃度変化を把握し、該濃度を一定に保つために必要な操作とタイミングを知ること、より厳密な注入量制御、注入条件の安定化を行うことができる。

【0046】

本発明の光学系では、反射率によって液滴の付与量を検出し、その光学検出値に割合演算を施すことによって粒子量を検出(算出)する。

【0047】

本発明における液滴付与状態、特に粒子量を検出する光

学系において、分光測色方式を用いることができる。

【0048】

本発明において、分光測色方式によって得られた情報について施される測色演算処理は、本発明の範囲内においては公知の手段を使用することができる。例えば、国際照明委員会（CIE）の表色座標値 X 、 Y 、 Z 、 $L^*a^*b^*$ などである。例えば、分光測色方式で検出された値に測色演算を施すと、粒子色による特有の値が算出される。例えば $L^*a^*b^*$ では、 L^* 値が主に粒子量を反映する値を、 a^* 値、 b^* 値で粒子特有の値を把握できる。つまり、粒子種を特定し、区画内に特定量注入した場合の $L^*a^*b^*$ 値を把握しておくことで、未知の粒子量を $L^*a^*b^*$ 値で管理することができる。

【0049】

また、分光測色方式で得られた値に $L^*a^*b^*$ のような測色演算処理を施すことで、測色箇所を管理することもできる。例えば、これまでステージや変位制御の変位誤差により、測色箇所がずれ、隔壁部分を測定してしまうという誤測定を行なうという問題があった。通常光学測定は複数回行なわれ、統計処理を施すものであるが、該誤測定によって測定精度が低下する。しかし、隔壁材料と粒子材料の $L^*a^*b^*$ をあらかじめ測定しておくことで、前記問題を回避することができる。すなわち既知の値と比較し、光学測定が粒子または隔壁材料どちらの影響の多い箇所で行なわれたかを把握し、測定箇所の管理をすることが出来る。

【0050】

前記のように、付与された液滴総量だけでなく、液滴中の粒子量を検出することによって、より厳密な液滴量の制御が実現される。本発明で製造する電気泳動表示装置において、該粒子量は表示品位を左右する重要な物理量であり、この値を制御することで該表示装置の歩留まりの向上を図ることができる。

【0051】

また、その粒子量定量結果をもとに分散液タンク内の粒子濃度が変化していないかを管理し、攪拌や粒子または分散媒の追加を行なうことで、分散液タンク内の粒子分散液濃度を一定に保つことができる。

【0052】

本発明で製造される電気泳動表示装置の構成は隔壁に仕切られた分割セルであれば本発明の範囲内において幅広く使用できる。

【0053】

図9（a）、（b）、（c）に示された装置を例として、下記に説明する。

【0054】

図9（a）に示した電気泳動表示装置は、着色帯電粒子10と着色色素が溶解された絶縁性液体11からなる粒子分散液12と、この分散層を挟んで対峙する一組の電極（第一電極1、第二電極2）からなっている。該電極

1、2を介して粒子分散液12に電圧を印加する事により、着色帯電粒子10を粒子自身が持つ電荷と反対極性の電極に引き寄せるものである。表示はこの着色帯電粒子10の色と、着色帯電粒子10の色相と異なる着色色素が溶解された絶縁性液体11の色によって行われる。

【0055】

図9（b）、（c）に示した電気泳動表示装置は、着色帯電粒子10を駆動させるための電極は一方の基板に積層して形成されており、表示は表示面からみた電極面積の違いによる泳動粒子の広がり方によって明暗を出す。この装置では、着色帯電粒子10の広がりを利用した表示なので、分散液に透明なものを使用することができる。

【0056】

隔壁と電極との位置は特に限定するものではないが、図9（c）のように全て一致しているものでも、図9（b）のように必ずしも全て一致していないものでもよい。

【0057】

本発明において付与する粒子分散液12は、電気泳動する粒子を含む液であれば本発明の範囲内において幅広く使用することができる。本発明における粒子分散液12とは着色された粒子と絶縁性液体と必要に応じて荷電制御剤等添加物を含んだ混合物である。

【0058】

以下粒子分散液12について述べる。

【0059】

本発明の着色帯電粒子の大きさは、粒径が0.05～20 μm のものが好ましく用いられる。本発明の着色帯電粒子としては、本発明の範囲を満たせば、無機材料、高分子材料あるいはこれらの複合粒子のいずれでも特に限定はされない。帯電泳動粒子に無機材料を用いる場合には、二酸化チタン、黒鉛、カーボンブラック、シリカ、アルミナ等を用いることが出来る。

【0060】

また、着色帯電粒子に有機材料を用いる場合には、例えばポリアクリル系のポリアクリル酸エステル樹脂、ポリメタクリル酸エステル樹脂、エチレン-アクリル酸共重合樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、環状脂肪族エポキシ樹脂、グリジルエステル系エポキシ樹脂、グリシジルフタレート系エポキシ樹脂等を用いることができるが、これに限定されるものではない。

【0061】

本発明の着色帯電粒子10は、前記した無機粒子と高分子樹脂粒子の複合させた粒子を用いることもできる。

【0062】

本発明の着色帯電粒子10は、使用する電気泳動表示装置の表示方法に合わせて着色することができるが、それらの着色剤としては本発明の範囲内で特に限定はされな

い。具体的な着色剤としては、酸化チタン、カーボンブラック、ニグロシン、鉄黒、アニリンブルー、カルコイルブルー、クロムイエロー、ウルトラマリンブルー、デュボンオイルレッド、キノリンイエロー、メチレンブルークロリド、フタロシアニンブルー、マラカイトグリーン・オキサレート、ランプブラック、ローズベンガル、C. I. ピグメント・レッド、C. I. ピグメント・イエロー、C. I. ピグメント・ブルー、C. I. ダイレクトレッド1、C. I. ダイレクトレッド4、C. I. アシッドレッド1、C. I. ベーシックレッド1、C. I. モーダントレッド30、C. I. ダイレクトブルー1、C. I. ダイレクトブルー2、C. I. アシッドブルー9、C. I. アシッドブルー15、C. I. ベーシックブルー3、C. I. ベーシックブルー5、C. I. モーダントブルー7、C. I. ダイレクトグリーン6、C. I. ベーシックグリーン4、C. I. ベーシックグリーン6、黄鉛、カドミウムイエロー、ミネラルファストイエロー、ネーブルイエロー、ナフトールイエローS、ハンザイエローG、パーマネントイエローNCG、ベンジジンイエロー、タートラジンレーキ、モリブデンオレンジ、パーマネントオレンジGTR、ベンジジンオレンジG、カドミウムレッド、パーマネントレッド4R、ウォッチングレッドカルシウム塩、ブリリアントカーミン3B、ファストバイオレットB、メチルバイオレットレーキ、ファナールローズ、紺青、コバルトブルー、アルカリブルーレーキ、ピクトリアブルーレーキ、キナクリドン、ローダミンB、ファーストスカイブルー、ピグメントグリーンB、マラカイトグリーンレーキ、ファイナルイエローグリーンG等の顔料、あるいはValifast Red、Valifast Yellow、Oplas Red、Oil Scarlet [オリエント化学社製]、Oil Blue V、Oil Green、Bright Green、Sudan IV、Sudan III [大和化工社製]、Sumiplast Blue、Sumiplast Red HFG、Sumiplast Red HF4G、Sumiplast Yellow、Whiteflour B [住友化学工業社製]、Macrolex Red GS [バイエル・ジャパン社製]、Microdis Blue、Microdis Green [日本チバガイギー社製]等の油性染料、Orient Oil Black [オリエント化学社製]、Sumikaron Brilliant Blue、Sumikaron Violet [住友化学工業社製]、Kayacryl Black、Kayalon Polyester Blue、Kayaron Polyester Red [日本化薬社製]等の染料が挙げられる。また、これらの着色剤の中で、単独で着色帯電粒子10として使用できるものは、本発明の範囲内で使用することができる。

【0063】

また、必要に応じて粒子に帯電を与える荷電制御剤を添加することもある。

本発明の着色帯電粒子10を分散させる分散媒は、使用する電気泳動表示装置の表示方法に合わせて、粒子と異なる色に着色することができるが、それらの着色剤としては分散媒に溶解可能な油溶性染料であれば特に限定はされないが、具体的には、オイルイエロー3G、ファーストオレンジG、オイルレッド5B、オイルバイオレット#マクロレックスブルーRR、スミブラストグリーンG、オイルブラウンGR、スーダンブラックX60、Valifast Red、Valifast Yellow、Oplas Red、Oil Scarlet [オリエント化学社製]、Oil Blue V、Oil Green、Bright Green、Sudan IV、Sudan III [大和化工社製]、Sumiplast Blue、Sumiplast Red HFG、Sumiplast Red HF4G、Sumiplast Yellow、Whiteflour B [住友化学工業社製]、Macrolex Red GS [バイエル・ジャパン社製]、Microdis Blue、Microdis Green [日本チバガイギー社製]、Orient Oil Black [オリエント化学社製]、Sumikaron Brilliant Blue、Sumikaron Violet [住友化学工業社製]、Kayacryl Black、Kayalon Polyester Blue、Kayaron Polyester Red [日本化薬社製]等が挙げられる。

【0064】

本発明における着色帯電粒子10を分散させる絶縁性液体11は、必要に応じて荷電制御剤を含有しても良く、絶縁性液体11に可溶な陰イオン界面活性剤、陽イオン界面活性剤、両性界面活性剤、金属石鹸、非イオン界面活性剤、フッ素系界面活性剤、ブロック型ポリマー、グラフト型ポリマーなどを単独、または2種以上混合して用いても良い。絶縁性液体に添加する代表的な帯電制御剤として、金属石鹸、スルホン化油、アルキルリン酸エステル類、コハク酸イミド類がある。これらは単独で添加することもあるが、複数の組み合わせで添加することも可能である。例えば、ナフテン酸コバルト、ナフテン酸ジルコニウム、ジルコニウムオクテート、カルシウムベトロネート、レシチン、OLOA1200 (シェブロン社製) 等である。

【0065】

本発明の着色帯電粒子10を分散させる絶縁性液体11としては本発明の範囲内で広く有機溶媒が使用される。具体的には、ベンゼン、トルエン、キシレン、ナフテン系炭化水素などの芳香族系炭化水素類、ヘキサン、シクロヘキサン、ケロシン、パラフィン系炭化水素、イソパ

ラフィン系炭化水素等の脂肪族炭化水素類、クロロホルム、トリクロロエチレン、ジクロロメタン、トリクロロトリフルオロエチレン、臭化エチルなどのハロゲン化炭化水素類、あるいはシリコンオイル、高純度石油等が挙げられる。また、泳動用分散液は、着色帯電粒子との比重を合わせるために、比重の異なった絶縁性液体11を添加することもある。

【0066】

本発明の絶縁性液体11中には必要に応じて、分散補助剤として添加剤が加えられる。添加剤としては、使用する分散媒に応じて該分散媒に溶解する高分子成分を用いてもよく、例えばポリエチレン樹脂、ポリウレタン樹脂、ノルボルネン樹脂、ポリエステル樹脂、ロジンエステル樹脂、エポキシ樹脂、ブタジエンゴム、スチレンブタジエンゴム等を用いることができるが、これに限定されるものではない。

【0067】

以下、実施例を用いて本発明についてさらに詳しく説明する。

【0068】

(実施例1)

本実施例では、図1(a)に示すフローに従って、隔壁つき基板8に対して、粒子分散液12の注入を実施した。製造装置は図5に示したものをを用いた。図1(a)中の液滴付与工程113で開口部容積より少ない量の液／粒子を付与し、付与量を液滴検出工程114で検出し、不足量を求め、リベア工程115で液／粒子の再付与を行った。

【0069】

本実施例において使用したヘッドを図4(a)に示す。インクジェット方式の吐出ノズルと、液滴付与状態検出機構が一体化されており、ある開口部に対して液滴付与工程113、液滴検出工程114、リベア工程115を繰り返す場合もヘッド部を移動することなしに液滴を再付与することができる。注入した粒子分散液12は以下のように調整した。ポリスチレンに黒色顔料(カーボンブラック)を混ぜた粒径3 μ mのものを着色帯電粒子10とし、絶縁性液体11としてアイソパーを、帯電制御剤としてオクテン酸ジルコニウムを用いた。

【0070】

隔壁つき基板8に対して粒子分散液を注入するまでの工程について、図1(a)に示すフローに従って以下に説明する。

【0071】

<基板形成工程111>

形成した素子基板を図8(a)に示す。第一基板3に第一電極1としてA1を形成し、絶縁層4を形成したあと、スタンプで隔壁6を形成した。図8(a)に示すような第一電極1と隔壁を備え、複数の開口部を持つ素子基板7を形成した。

【0072】

<位置合わせ工程112>

素子基板7にあらかじめ作製しておいたアライメントマークを検出し、ステージの稼動量からヘッド部21との位置合わせを行なった。

【0073】

<液滴付与工程113>

液滴付与工程113において、隔壁で仕切られた開口部13にインクジェット方式の吐出ノズル14で粒子分散液12を注入した。

【0074】

<液滴検出工程114>

次に、吐出ノズル14に隣接した発光手段15と受光手段16を具備する光学濃度検出装置20で分光測定を行ない、粒子量、液量を検出し、液／粒子量の不足量を計算した。

【0075】

<リベア工程115>

不足した液／粒子の不足量分を再付与した。

20 【0076】

<液滴検出工程114>

再度検出を行なうことで、付与量が適性範囲内にあることが確認された。

【0077】

複数の開口部13に対して、同様に<位置合わせ工程112>以降の工程を繰り返し、複数の開口部13をもつ隔壁つき基板8全面に粒子分散液12の注入を行い、素子全面に粒子分散液を付与した。その後、封止工程116に進み、封止を行うことで素子を作製した。

30 【0078】

比較例として、液滴検出工程114、リベア工程115を行なわない以外は同様の方法で素子を作製した。

【0079】

該2つの方法で作製した素子を目視で比較した結果、本発明の方法で粒子分散液を注入することで、均一性の高い素子を作製できることを確認した。

【0080】

(実施例2)

本実施例で使用した電極と隔壁を備えた素子基板は、図8(b)に示す構成をとっており、以下の手順で作製した。第一基板3に第一電極1としてA1を形成し、白色散乱層5、絶縁層4を形成したあと、第二電極2としてパターンニングしたTiを形成し、絶縁層4を形成した後、レジストで隔壁6を形成した。製造装置は図3(a)に示したものをを用いた。

【0081】

本実施例で使用したヘッドを図4(b)に示す。インクジェット方式の吐出ノズルと、発光及び受光手段が一体化されているヘッドであり、吐出口に隣接した発光手段15と受光手段16を具備する光学濃度検出装置20で

分光測定を行なった。注入した粒子分散液12は、以下のようにして調整した。着色帯電粒子10はポリスチレンにC、M、Y、Kの着色材（C：フタロシアニンブルー、M：ファナールローズ、Y：ベンジジンイエロー、K：カーボンブラック）で着色した粒径3 μ mのものをを用いた。絶縁性液体11であるアイソパーに、添加剤としてOLOA（シェブロン社製）を溶解させたものに、該着色帯電粒子10を分散させることで粒子分散液12とした。

【0082】

本実施例では、図1（a）に示す工程に従って、実施例1と同様の手順で液滴付与（液滴付与工程113）、付与量の検出（液滴検出工程114）、液／粒子の再付与（リペア工程115）を行なったが、液滴検出工程114から液／粒子量を計算する際に、測色演算処理を施した。測色演算処理の結果、複数回行なわれた光学測定結果中に、隔壁部材料の反射・吸収を原因とする誤測定が0.1%程度含まれていることがわかった。

【0083】

隔壁材料部を測定したと考えられる誤測定値を除いて液／粒子量を再計算したところ、液／粒子量検出の精度が向上した。

【0084】

比較例として、測色演算処理を施さない素子を作製し、目視で比較したところ本実施例の方法により均一性の高い素子を作製できた。

【0085】

（実施例3）

本実施例では、図3（b）に示す製造装置で液／粒子の注入と除去を行った。

【0086】

吐出ノズル14、液滴除去手段19、発光／受光手段15、16を備えたヘッド部21と、x、y、z軸方向への変位制御可能な変位制御系17が一体化されている。

【0087】

本実施例では液／粒子量が過剰であるまたは液／粒子量の比が適正範囲から外れた箇所において、図7に示す吸引ノズルで液滴を吸引することで液滴の除去を行った。

【0088】

液滴の除去は、図6（a）、（b）、（c）、（d）に示す手順に従って行った。

【0089】

本実施例で注入した粒子分散液12は以下のように調整した。着色帯電粒子10はポリエチレンに白色顔料である酸化チタンを混合したもので、粒径3 μ mのものをを用いた。絶縁性液体11であるアイソパーに添加剤としてOLOA（シェブロン社製）を溶解させたものに該着色帯電粒子を分散させた。

【0090】

本実施例で使用した電極と隔壁を備えた素子基板は図8

（c）に示す構成をとっており、以下の手順で作製した。実施例2と同様に、第一基板3に第一電極1としてA1を形成し、白色散乱層5、絶縁層4を形成したあと、第二電極2としてTiを形成し、絶縁層4を形成した後、レジストをマスクとして隔壁6を形成することで、図8（c）に示すような第一電極1、第二電極2と隔壁6を備えた素子基板7を形成した。以下、図1（b）に示すフローに従って説明する。

【0091】

10 <液滴付与工程113>

マルチノズルでおおよその量の粒子分散液12を各開口部13、表示部全面に注入した。

【0092】

<位置合わせ工程112>

第1'基板にあらかじめ作製しておいたアライメントを検出し、ステージの稼働量から簡易的に開口部領域に位置合わせを行なった後、さらに開口部13の近傍領域で複数ポイントにおける反射率を検出し、その相関をとることによって行なった。

20 【0093】

<液滴検出工程114その1>

隔壁6で仕切られた開口部13ごとに図3（b）で示す光学濃度検出装置20で粒子量、液量を検出した。

【0094】

<リペア工程115>

液／粒子量の不足箇所には実施例1と同様に液滴を付与し、また、液／粒子量過剰部からは液滴除去手段として吸引ノズル24を用いて、液滴の除去後、吐出ノズル14を用いて再度液滴付与を行なった。

30 【0095】

<液滴検出工程114その2>

隔壁6で仕切られた開口部13ごとに図3（b）で示す光学濃度検出装置20で粒子量、液量を検出した。

【0096】

本実施例の手順で液／粒子の注入を行った結果、目視による比較で均一性の高い素子を作製できることを確認した。

【0097】

（実施例4）

実施例1、2、3と同様の方法で素子を作製を繰り返したところ、液滴検出工程で検出された結果から、液／粒子比が経時的に変動したため注入量の制御性が低下し、結果として素子への液滴注入時間が長くなっていることがわかった。そこで、液タンク中の粒子分散液に超音波をかけ、着色帯電粒子の再分散を試みたところ、注入量の制御性が回復され、素子への液滴注入時間を再分散前よりも短くすることが出来た。

【0098】

（実施例5）

実施例1、2、3と同様の方法でさらに、繰り返し素子

を作製したところ、再び粒子量の制御性低下を原因とした、液滴注入時間の延長がみられた。実施例 4 と同様に超音波分散を試みたが、改善がみられなかった。液滴検出工程における検出値から、絶縁性液体の揮発による粒子濃度の上昇が原因であることがわかったため、絶縁性液体を液タンク中に追加したところ、液／粒子注入量の制御性が回復し、結果として素子への液滴注入時間を短く、均一性の高い素子を作製することができた。

【0099】

【発明の効果】

本発明では、セルに付与された液滴の付与状態を検出する光学装置を具備し、隔壁によって仕切られた分割セルに注入された粒子量と液量を検出し、過不足とリペア工程の有無を判断することで、歩留まりを向上することができる。また、吐出時の液中の粒子量を検出することで、分散液タンク内の粒子の分散状態、粒子濃度の管理が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の工程を示すフローチャート。

【図 2】本発明隔壁によって仕切られた隔壁つき基板の図例。

【図 3】本発明の電気泳動表示装置の製造装置例。

【図 4】本発明の光学検出手段と吐出ノズル配置例。

【図 5】本発明のリペア工程における液滴再付与例。

【図 6】本発明のリペア工程における液滴除去例。

【図 7】本発明の液滴除去手段例。

【図 8】本発明の隔壁によって仕切られた隔壁つき基板の断面図例。

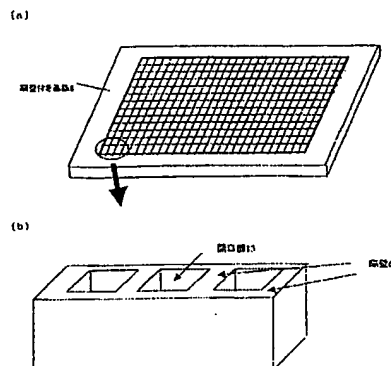
【図 9】本発明の電気泳動表示装置断面図例。

【符号の説明】

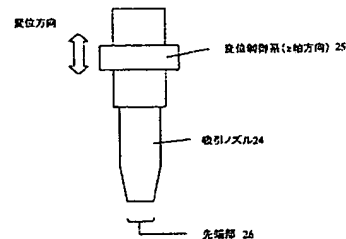
- 1 第一電極
- 2 第二電極
- 3 第一基板

- 4 絶縁層
- 5 白色散乱層
- 6 隔壁
- 7 素子基板
- 8 隔壁つき基板
- 9 第二基板
- 10 着色帯電粒子
- 11 絶縁性液体
- 12 粒子分散液
- 10 13 開口部
- 14 吐出ノズル
- 15 発光手段
- 16 受光手段
- 17 変位制御系
- 18 ステージ部
- 19 液滴除去手段
- 20 光学濃度検出装置
- 21 ヘッド部
- 22 コントローラ
- 23 液滴除去ノズル
- 24 吸引ノズル
- 25 変位制御系（Z 軸方向）
- 26 先端部
- 111 基板形成工程
- 112 位置合わせ工程
- 113 液滴付与工程
- 114 液滴検出工程
- 115 リペア工程
- 116 封止工程
- 30 117 全区画液滴付与工程
- 118 液滴検出工程
- 119 液滴再付与工程
- 120 液滴除去工程

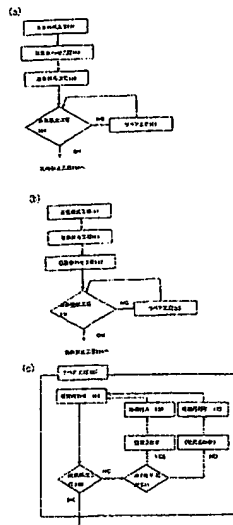
【図 2】



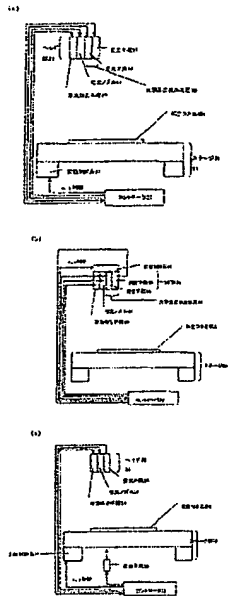
【図 7】



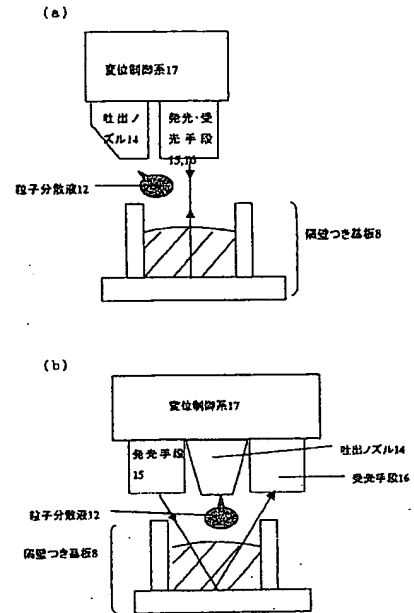
【図1】



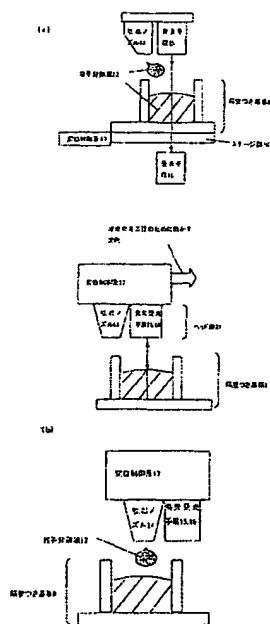
【図3】



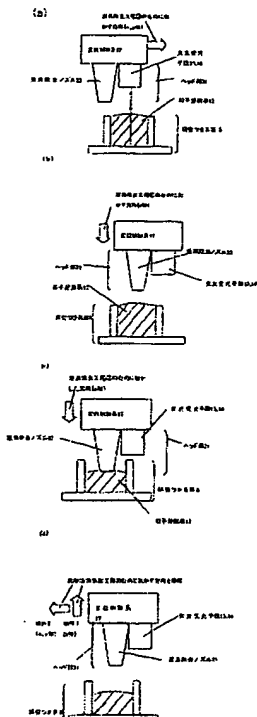
【図4】



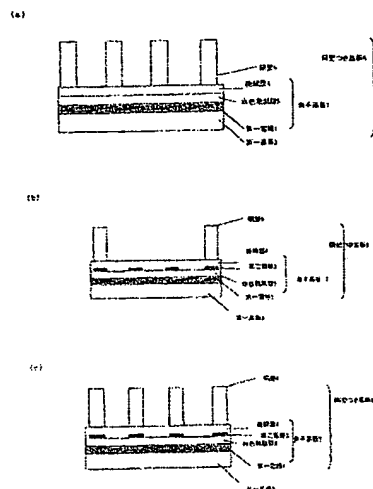
【図5】



【図6】



【図8】



【図9】

